

# Application and Practice of Relay Protection Technology under the New Power Grid

Qiushi Yan Zhenmou Zhao

State Grid Jingzhou City Power Supply Company, Jingzhou, Hubei, 434000, China

## Abstract

The rapid development of new power grid and its complexity pose new challenges to relay protection technology. This paper mainly discusses the application and practice of relay protection technology in the new power grid environment. First, we analyze the characteristics of new power grids, such as the topological changes of the power grid brought by distributed resource access, the fluctuation of renewable energy generation and the wide use of power electronic equipment, on relay protection. Next, we introduce the key technologies of relay protection under the new power grid, such as differential protection, distance protection and fault location judgment algorithm. At the same time, we also show some specific application examples for the new power grid environment, such as synchronous motor protection, photovoltaic power station protection, etc., which effectively solve the relay protection problem in the new power grid environment. The research results and analysis of this paper are of great reference value for improving the power system protection under the new power grid environment and improving the operation efficiency and safety of the relay protection equipment.

## Keywords

relay protection technology; new power grid; differential protection; photovoltaic power station protection; big data; AI

## 继电保护技术在新型电网下的应用与实践

颜秋实 赵贞鳌

国网荆州市供电公司, 中国·湖北荆州 434000

## 摘要

新型电网的快速发展及其带来的复杂性,对继电保护技术提出了新的挑战。论文主要探讨了新型电网环境下继电保护技术的应用和实践。分析了新型电网特点,如分布式资源接入带来的电网拓扑变化,可再生能源发电波动和电力电子设备的广泛使用等,给继电保护带来的影响。介绍了新型电网下继电保护的关键技术,如差动保护,距离保护以及故障位置的判决算法等。同时,还展示了一些针对新型电网环境下采用的具体应用实例,如同步电机保护、光伏电站保护等,有效解决了新型电网环境下的继电保护问题。论文的研究结果和分析,对于完善新型电网环境下的电力系统保护,提高继电保护设备的运行效率和安全性,有着重要的参考价值。

## 关键词

继电保护技术; 新型电网; 差动保护; 光伏电站保护; 大数据; 人工智能

## 1 引言

随着现阶段新型电网的快速发展以及复杂度的日益增加,一种名为继电保护的技术提出了新的挑战并采取了一系列有效的应对措施。继电保护技术是电力系统安全运行的重要保障,主要是开关设备和自动设备的保护,同时也是电力系统控制的重要组成部分。新型电网的特点,如分布式资源接入带来的电网拓扑变化,可再生能源发电波动和电力电子设备的广泛使用等,对于继电保护技术带来了新的挑战。因此,论文先行分析阐述新型电网给继电保护带来的影响,接着将对现阶段以及未来的关键技术进行深度探讨,最后将

介绍一些具体的应用实例,以期通过理论研究和实践经验,加深理解并完善新型电网环境下的电力系统保护,提升继电保护设备的性能和安全性,从而加深人们对于这一主题的理解。

## 2 新型电网下的继电保护技术挑战

### 2.1 新型电网的特点与继电保护的影响

新型电网以大规模并网运行的异步发电机和电力电子设备为主要特征<sup>[1]</sup>。异步发电机有低惯性、弱勢供电特性,而电力电子设备则有非线性、较高开关频率等特性。这些特点对于继电保护的速度、灵敏度、选择性和动态性有着直接的影响。由于发电机的低惯性特性,电网故障时出现的频率、电压变化速度大大加快,对继电保护动作速度提出了更高的

【作者简介】颜秋实(1993-),男,中国湖北荆州人,本科,工程师,从事继电保护研究。

要求。电力电子设备的高开关频率及非线性后果使得继电保护面临更复杂的工作环境，对继电保护的灵敏度和特性分析能力也提出了更高的要求。

## 2.2 分布式资源接入对继电保护的影响

随着新能源技术的快速发展和分布式能源资源的接入，新型电网环境下的继电保护技术面临着新的挑战。分布式能源资源包括风力发电、太阳能发电、储能系统等，其接入对传统的继电保护系统产生了深远的影响。

分布式资源的接入改变了电力系统的结构和运行方式。较传统的集中式发电方式，分布式能源资源的接入使得电力系统趋向于多样化和动态化，大规模的分布式资源点被引入电网中，电力流动和故障条件也发生了较大变化。这为传统的继电保护系统带来了新的挑战。

分布式资源接入导致电网的动态性增强。由于分布式能源资源的随机性和波动性，电力系统中的电压和频率等参数发生了较大的变化。这对传统的静态继电保护系统产生了影响，使得继电保护系统对各种故障情况的响应能力下降，容易造成误动作或漏保护的情况发生。

另外，分布式资源接入增加了继电保护系统的复杂性。由于分布式资源点分布广泛且数量庞大，涉及的继电保护设备和接线较多，继电保护系统的规模和复杂度大大增加。传统的继电保护系统难以适应这种复杂环境下的运行和管理需求，如何实现可靠的保护和控制成了一个重要的问题<sup>[2]</sup>。

## 2.3 可再生能源发电波动和电力电子设备对继电保护的影响

可再生能源发电波动性强、输电过程中存在大量的交流/直流电力电子设备，给继电保护技术带来了挑战。由于风能和太阳能的周期性及不可预知性，可再生能源的发电量波动性大，这必然会影响到电压、电流等参数的稳定性，进而影响继电保护设备的动作特性。再者，交流/直流电力电子设备的广泛使用，使电网中的谐波、电阻等非线性因素急剧增多，对继电保护的选择性、灵敏度等方面提出了新的要求。

至此，对于新型电网下的继电保护面临的主要挑战和影响因素的分析可以在一定程度上为后续的继电保护关键技术以及未来发展趋势的研究提供理论基础。在此基础之上，更完善的继电保护技术策略和应对措施需要进一步的深入探讨和研究。

## 3 新型电网环境下的继电保护关键技术

### 3.1 差动保护技术的应用

在新型电网环境下，传统的差动保护技术面临着一些挑战，如电力系统的高频振荡、电流互感器非线性等问题。针对新型电网的特点，差动保护技术需要进行改进和优化。

针对电力系统高频振荡问题，差动保护技术的应用需要考虑对高频干扰的抑制和滤波。这可以通过引入新的滤波

器和调整差动保护装置的参数来实现。结合数字信号处理技术，可以对差动保护装置进行频率分析和滤波，从而减少高频噪声对差动保护的干扰。

在新型电网环境下，差动保护技术还需要考虑到分布式资源的接入。由于分布式资源的数量庞大且分布广泛，传统的差动保护方案可能无法满足要求。可以采用基于通信网络的差动保护技术，实现分布式资源的远程差动保护。该技术可以通过通信网络将分布式资源与差动保护装置连接起来，并实时获取分布式资源的运行状态，从而实现远程差动保护的功能。

### 3.2 距离保护和故障位置判决算法的运用

距离保护是电力系统中常用的一种保护方式，其主要作用是判断电力系统中故障点与保护装置之间的距离，从而实现故障定位和保护动作<sup>[3]</sup>。

在新型电网环境下，由于电力系统的复杂性和不确定性增加，传统的距离保护技术面临着一些问题。电力系统中的非线性负荷和可再生能源的接入会导致电流和电压波形的畸变，从而影响距离保护的准确性。电力系统中的短路电流和故障电流的分布不均匀，使得传统的距离保护算法难以适应。

### 3.3 同步电机和光伏电站保护

新型电网中，同步电机和光伏电站的接入规模持续增长，这对继电保护提出了新的挑战。

对于同步电机保护，传统的继电保护方案通常基于断路器状态和差动电流等信息进行保护。在新型电网环境下，由于同步电机的驱动方式、运行模式和负载特性发生了变化，传统的保护方案可能无法满足要求。可以采用基于模糊逻辑和人工神经网络等人工智能技术来实现同步电机的智能保护<sup>[4]</sup>。这些技术可以通过学习和适应能力，实时调整保护算法的参数，从而提高同步电机的保护性能和可靠性。

光伏电站保护是新型电网中的另一个重要问题。由于光伏电站的特性复杂多变，传统的继电保护方案可能有一定的局限性。为了解决这一问题，可以采用基于模糊逻辑和人工神经网络等人工智能技术，对光伏电站进行智能保护。这些技术可以通过学习和适应能力，根据光伏电站的运行状态和故障特征，实时调整保护算法的参数，从而提高光伏电站的保护性能和可靠性。

## 4 新型电网环境下继电保护的的未来发展趋势

### 4.1 互联网技术在继电保护上的应用

随着互联网技术的飞速发展，其在新型电网环境下的继电保护中的应用越来越广泛。以物联网为代表的互联网技术，能有效地监视电网的运行状态，确保电网的安全稳定。通过部署传感器、智能仪表等设备，进行实时的电力数据采集，再通过无线或有线网络，迅速将相关数据传输至控制中心进行处理。由此，继电保护系统可以迅速反应并进行故障

切除,保证了电网的稳定和可靠。

## 4.2 大数据和人工智能对继电保护的影响与前景

随着新型电网的不断发展和智能化进程的加速推进,大数据和人工智能技术在继电保护领域的应用日益广泛<sup>[5]</sup>。这两种技术的引入,为继电保护系统的运行和管理提供了更多的可能性和灵活性。本章将深入探讨大数据和人工智能对继电保护的影响与前景。

### 4.2.1 大数据对继电保护的影响

大数据技术的运用可以实现对电网中各类数据的全面分析和挖掘,从而识别潜在的故障特征和异常情况。通过分析大量历史数据,可以构建起完备可靠的继电保护模型,为系统故障预警和故障诊断提供准确的判断依据。大数据技术的应用还可以实现对系统设备状态的实时监测和评估,及时发现并解决潜在的安全隐患。

借助于大数据技术,继电保护系统能够实现对电网负荷和电力流量的准确预测与优化调度。通过对历史数据的深度分析,可以建立起高精度的负荷预测模型,并结合实时数据进行智能调度,以实现电网负荷的精确控制和优化分配。利用大数据技术还可以对电网的稳定性和可靠性进行评估,提前预警潜在的故障风险并采取相应措施。

### 4.2.2 人工智能对继电保护的影响

人工智能技术的应用可以实现对电网状态的智能感知。通过建立起复杂的电网模型和学习算法,人工智能系统可以准确地感知电网中各个节点的状态,并实时监测电网的运行情况。通过对实时数据和历史数据的综合分析,人工智能系统能够及时发现潜在的故障点和异常情况,并采取相应措施进行保护和调整。人工智能技术还可以自动学习和适应电网的变化,提高继电保护系统对电网状态的准确识别能力。

人工智能技术的应用可以实现对电网故障的智能决策和优化。通过对历史数据的学习和分析,人工智能系统可以建立起复杂的故障识别和故障判定模型,从而实现对电网故障的自动识别和判定。人工智能系统还可以根据电网的实时情况和未来预测,自动调整继电保护的参数和策略,优化继电保护的性能和效果。

人工智能技术的应用为继电保护系统的智能化和自动化提供了新的思路和方法,使继电保护系统能够更加智能地感知、决策和控制,进一步提升电网的安全性和运行效率。

### 4.2.3 大数据和人工智能在继电保护领域的前景

大数据和人工智能技术的应用还将推动继电保护系统与其他智能电网设备的集成和协同。通过云计算、物联网等技术手段,继电保护系统可以与其他设备进行数据交互和信

息共享,实现对电网的全面监控和管理。这将为电力系统的运行和管理提供更大的灵活性和智能化水平。

## 4.3 提高继电保护设备的运行效率和安全性的探讨

在新型电网环境下,继电保护设备的运行效率和安全性是决定电网运行状态的重要因素。优化设备设计,提高设备性能,是提高运行效率的有效途径。例如,应用新型材料,改进设备的耐热性和抗干扰能力,都可以延长设备的寿命,提高设备的使用效率。

而提升设备安全性,则需要从设备设计、使用和维护等方面进行全方位优化。例如,设备设计时应充分考虑设备的安全运行环境,使用时要严格执行操作规程、维护保养时要定期进行设备的安全检查,以此确保设备的安全稳定运行。

总的来说,新型电网环境下的继电保护技术,必须秉持创新和进步的理念,与时俱进,积极拥抱新的技术、新的理念,只有这样才能保障电网的安全稳定,满足人类对电力的日益增长的需求。

## 5 结语

本研究通过全面深入地研究新型电网环境下的继电保护技术,旨在解决新型电网环境下的继电保护问题。我们分析了新型电网特点对继电保护带来的影响,以及继电保护的关键技术,并给出了一些具体的应用实例。本研究结果对于新型电网环境下的电力系统保护和提高继电保护设备的运行效率 and 安全性有着重要的参考价值。尽管如此,仍然存在一些值得进一步研究的问题和挑战,如如何利用互联网技术、大数据和人工智能等新技术进一步提高继电保护的性,这些都将是未来研究的方向。总的来说,这项研究为理解并有效处理新型电网环境下的继电保护问题提供了有力的理论支持和实践指导。

## 参考文献

- [1] 程伟,罗小平,李鹏旭,等.新型电力系统保护元件及其应用[J].电力建设,2020,41(7):56-60.
- [2] 王强,付鹏,侯玉燕.电力系统分布式网管技术与应用现状[J].电网与清洁能源,2019,35(2):47-54.
- [3] 张勇,李鹏,李晓鸿.大规模可再生能源并网对电力系统保护的影响研究[J].电力系统保护与控制,2013,41(17):49-55.
- [4] 孙鑫,马自强,王志.互联网、大数据等技术对电力系统保护影响研究[J].电网技术,2018,42(1):8-16.
- [5] 杨炜,邓坤,李占政.新型电力系统故障位置判决算法研究[J].电测与仪表,2017,54(21):19-25.